

2. Об относительном движении Земли и светоносном эфире
Альберт А.Майкельсон, Эдвард В.Морли ¹

On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether;
Albert A.Michelson, Edward W.Morley

Открытие аберрации света было вскоре объяснено с помощью эмиссионной теории. Эффект приписывался простому сложению скорости света и скорости Земли на ее орбите. Трудности в этом вполне удовлетворительном объяснении игнорировались до тех пор, пока не было предложено объяснения волновой теории света. Это новое объяснение было почти таким же простым, как и предыдущее. Но оно не смогло объяснить того доказанного экспериментом факта, что аберрация оставалась неизменной, когда наблюдения проводились с помощью теле-

скопа, наполненного водой. Если тангенс угла отклонения света представляет собой отношение скорости Земли к скорости света, то, поскольку последняя скорость в воде составляет $3/4$ скорости света в вакууме, и отклонение света, наблюдаемое с помощью наполненного водой телескопа, должно составить $3/4$ своего истинного значения².

По волновой теории, согласно Френелю, эфир, во-первых, должен находиться в покое (относительно мирового пространства – В.А.), кроме как внутри прозрачной среды, а, во-вторых, он должен двигаться в ней со скоростью, меньшей, чем скорость среды, в отношении $\frac{n^2-1}{n^2}$, где n – коэффициент преломления среды. Эти две гипотезы дадут

полное и удовлетворительное объяснение явления аберрации. Вторая гипотеза, несмотря на свою кажущуюся неправдоподобность, должна рассматриваться как полностью доказанная, во-первых, известным экспериментом Физо³ и, во-вторых, нашей собственной работой⁴. Экспериментальные исследования первой гипотезы и составляют существо настоящей работы.

Если бы Земля была прозрачным телом, можно было бы допустить на основании результатов только что упомянутых экспериментов, что межмолекулярный эфир находится в покое в пространстве, несмотря на движение Земли по своей орбите, но мы не имеем права распространять этот вывод экспериментов на непрозрачные тела. Но едва ли можно сомневаться в том, что металл может и должен пропускать эфир*.

Лоренц ссылается на пример с металлической трубкой барометра. Когда трубка наклоняется, эфир над ртутью, конечно, выталкивается

* Это мнение о том, что эфирные потоки свободно пропускаются металлом, сыграли роковую роль в истории исследований эфирного ветра: интерферометр, построенный Р.Кеннеди в 1926 г. (и чьм воспользовался также Иллингворт в 1927 г.) и интерферометр, построенный Никкардом и Сталлем в 1927 г., были заключены в герметичные металлические ящики. Интерферометр Г.Джуса, построенный в 1930 г., был заключен в вакуумированное металлическое строение. Опыт Майкельсона 1931 г. по определению скорости света в частичном вакууме был основан на том, что свет пропускался в длинных металлических трубах, из которых был частично откачан воздух.

Как теперь стало понятно, металл отражает эфирные струи подобно тому, как металлическое зеркало отражает свет. Внутри подобных закрытых металлических экранов никакого движения эфира, проникающего извне, быть не может независимо от того, обдувает эфирный ветер Землю или нет. Все эти эксперименты методически были поставлены неверно, и их результаты не могут приниматься во внимание при выявлении факта наличия или отсутствия эфирного ветра. И приходится сожалеть о той роли, которую сыграли перечисленные эксперименты в отрицании существования эфирного ветра и, как следствие, самого эфира. (*Прим. сост.*)

наружу, поскольку он не сжимасм⁵. Но опять у нас нет никакого права полагать, что он совершает это движение совершенно свободно, а если существует какое-либо сопротивление, даже малейшее, то мы все равно не можем допустить, что непрозрачное тело, такое, как Земля, может свободно пропускать эфир. Однако, как уместно замечает Лоренц: "Не надо позволять увлечь себя в подобном вопросе суждением о степени вероятности или о простоте той или иной гипотезы, а надо обратиться к опыту, чтобы научиться распознавать состояние покоя или движения, в котором находится эфир на поверхности Земли"⁶.

В апреле 1881 г. был разработан метод для экспериментальной проверки данного вопроса⁷.

При выводе формулы для измеряемой величины было учтено влияние движения Земли сквозь эфир на траекторию луча, проходящего под прямым углом по отношению к этому движению⁸. Обсуждение этого недосмотра и всего эксперимента составляет предмет очень серьезного анализа Г.А.Лоренца⁹, который полагает, что этим эффектом ни в коем случае нельзя пренебречь. Впоследствии выяснилось, что измеренная величина на самом деле имела значение вдвое меньшее того, которое предполагалось, но поскольку она находилась вне пределов погрешностей эксперимента, то заключение, выведенное из эксперимента, может быть подвергнуто сомнению; однако, поскольку основная часть теории остается неоспоримой, было решено повторить эксперимент с такими изменениями, которые позволили бы подтвердить, что теоретический результат слишком велик для того, чтобы все относить лишь за счет экспериментальных погрешностей.

Теорию метода можно хорошо сформулировать следующим образом. Допустим *sa* рис. 2.1, I – это луч света, который частично отражается в *ab*, а частично переносится в *ac*, возвращаясь при помощи зеркал *b* и *c* вдоль *ba* и *ca*. *ba* частично переносится вдоль *ad* и частично отражается вдоль *dd*. Если затем отрезки *ab* и *ac* сделать равными, то два луча будут интерферировать вдоль *ad*. Предположим, что эфир находится в покое и что весь аппарат движется в направлении *sc* со скоростью Земли по орбите, тогда направления и расстояния, проходимые лучами, будут меняться таким образом: луч *sa* отражается вдоль *ab* (см. рис. 2.1, II); угол *bab₁*, равный отклонению α , возвращается вдоль *ba₁* ($aba_1 = 2\alpha$) и идет в фокус телескопа, направление которого остается неизменным. Посылаемый луч проходит вдоль *ac*, возвращается вдоль *ca₁* и отражается в *a₁*, делая *ca₁e* равным $90 - \alpha$ и, таким образом, вновь совпадая с первым лучом. Сле-

дует отметить, что лучи ba_1 и ca_1 не встречаются точно в точке a_1 , хотя разница там второго порядка; это не влияет на справедливость вывода.

Теперь нам требуется найти разницу двух путей abc_1 и aca_1 . Пусть V — скорость света; v — скорость Земли на ее орбите; D — расстояние ab на рис. 1. I; T — время, за которое свет проходит от a до c ; T_1 — время, за которое свет возвращается из c в a_1 на рис. 2. I (II).

Тогда $T = \frac{D}{V-v}$; $T_1 = \frac{D}{V+v}$. Полное время прохождения и возвращения света составит $T + T_1 = 2D \frac{V}{V^2 - v^2}$, а расстояние, пройденное

за это время, будет равно $2D \frac{V^2}{V^2 - v^2} = 2D \left(1 + \frac{v^2}{V^2}\right)$, если пренебречь членами четвертого порядка. Длина другого отрезка составит, очевидно, величину $2D \sqrt{1 + \frac{v^2}{V^2}}$, или с той же степенью точности, $2D \left(1 + \frac{v^2}{2V^2}\right)$.

Таким образом, разность составит $D \frac{v^2}{V^2}$. Если теперь весь аппарат повернуть на 90° , разность поменяет знак последовательно, смещение интерференционных полос составит $2D \frac{v^2}{V^2}$. Если рассматривать только скорость движения Земли по орбите, то эта величина должна быть равной $2D \cdot 10^{-8}$. Если, как это было в первом эксперименте, $D = 2 \cdot 10^6$ волн

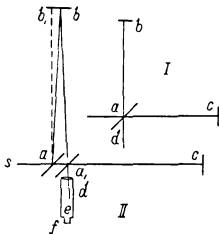


Рис. 2.1. Схема интерферометра (I) и принцип его работы (II)

желтого света, то смещение должно составить 0,04 расстояния между интерференционными полосами.

В первом эксперименте одна из основных рассматриваемых трудностей заключалась во вращении аппарата без внесения искажений, вторая — в его исключительной чувствительности к вибрациям. Последняя была настолько велика, что было невозможно увидеть интерференционные полосы, за исключением коротких интервалов во время работы в городе, даже в 2 часа ночи. Наконец, как отмечалось ранее, величина, которая должна была измеряться, а именно, смещение из-за чего-либо интерференционных полос на расстояние, меньшее, чем $1/20$ расстояния между ними, слишком мала, чтобы ее определить, да еще при наложении погрешностей эксперимента.

Первая из названных трудностей была полностью преодолена за счет укрепления аппарата на массивном камне, плавающем в ртути, а вторая — за счет увеличения посредством повторных отражений длины траекторного движения света примерно в 10 раз по сравнению с ее прежним значением.

Аппарат представлен в перспективе на рис. 2.2, в плане — на рис. 2.3, а в вертикальном сечении на рис. 2.4. Камень *a* (см. рис. 2.4) имел площадь, примерно, в $1,5 \text{ м}^2$ и толщину в 0,3 м. Он расположен на кольцеобразном деревянном плоту *bb*, имеющем внешний диаметр в 1,5 м, внутренний диаметр 0,7 м, а толщину 0,25 м. Плот покоится на ртути, залитой в желоб *cc*, отлитый из железа, толщиной 1,5 см и таких размеров, чтобы вокруг плота оставалось расстояние в 1 см. Штырь *d*, удерживаемый рукавами *gggg*, вставлен в отверстие *e*, расположенное на плоту. Штырь может быть вставлен в отверстие, а может быть вынут с помощью рычага, вращающегося в точке *f*. Этот штырь удерживает весь плот соосно с формой, но не несет на себе никакой части веса камня. Отлитая из железа форма покоится на цементном основании и на низком кирпичном фундаменте, имеющем форму простого восьмьюглыльника.

В каждом углу камня расположены 4 зеркала *d, d, e, e* (см. рис. 2.3). Около центра камня размещено плоскопараллельное стекло *b*. Все это было расположено таким образом, что свет от отражателя горелки *a*, проходя через линзу, падает на *b* таким образом, чтобы быть частично отраженным к *d*; два пучка следовали по траекториям, указанным на рисунке, соответственно *bdedbf* и *bd₁e₁d₁bf*, и наблюдались через телескоп *f*. Как *f*, так и *a*, вращались вместе с камнем. Зеркала были изготовлены из зеркального металла и были тщательно выполнены в части оптических плоских поверхностей, они имели 5 см в диаметре, а

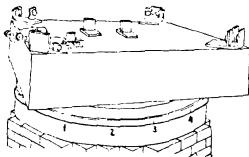


Рис. 2.2. Интерферометр Майкельсона, расположенный на каменной плите: вид в перспективе

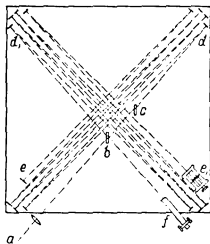


Рис. 2.3. Ход лучей в интерферометре

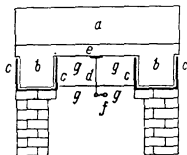


Рис. 2.4. Схема основная интерферометра в разрезе

стекла b и c были плоскопараллельными и имели одинаковую толщину 1,25 см; их поверхности имели размеры 5x7,5 см. Второе из них было размещено на пути одного из пучков света для компенсации прохождения второго луча через ту же толщину стекла. Вся оптическая часть аппарата закрыта деревянным кожухом с тем, чтобы предотвратить влияние потоков воздуха и быстрой смены температуры.

Регулировка осуществлялась следующим образом: зеркала регулировались с помощью винтов в кронштейнах, которые держали зеркала и к которым зеркала прижимались пружинами, регулировка проводилась до тех пор, пока свет от обоих лучей не становился виден в телескоп; длины двух путей измерялись легкой деревянной линейкой, расположенной по диагонали от зеркала к зеркалу, расстояние считывалось с маленькой стальной шкалы до десятой доли миллиметра. Разница длин двух оптических путей затем аннулировалась перемещением зеркала e_1 . Это зеркало имело три вида регулировки; оно регулировалось по высоте и по азимуту так же, как и другие зеркала, но более плавно, оно также имело регулировку вдоль направления падающего луча, смещаясь вперед или назад, но оставаясь точно параллельно своей бывшей плоскости. Все три вида регулировки этого зеркала могли быть выполнены при установленном деревянном кожухе.

Оптические пути теперь были примерно равны, два изображения источника света или некоторого хорошо заметного предмета, помещенного перед конденсирующей линзой, совмещались, а телескоп был далее отрегулирован для ясного видения интерференционных полос, и свет натрия был заменен белым светом; тогда и появились интерференционные полосы. Они были отрегулированы с помощью зеркала e_1 с тем, чтобы стать насколько возможно более четкими, затем был восстановлен белый свет; винт, регулирующий длину оптического пути, двигался очень медленно (один поворот винта при одной сотне витков на дюйм изменяет траекторию примерно на 1000 длин волн) до тех пор, пока цветные интерференционные полосы не появлялись вновь в белом свете. Так были установлены удобные ширина и положение полос, и аппарат стал готов к наблюдениям.

Наблюдения были проведены следующим образом: по окружности формы, отлитой из железа, были нанесены 16 отметок на равном расстоянии друг от друга. Аппарат очень медленно вращался (один оборот за 6 минут) и после нескольких минут проволочное перекрестие микрометра было установлено на самой четкой из интерференционных полос в момент прохождения одной из отметок. Движение было на-

столько медленным, что это можно было сделать точно и аккуратно. Было отмечено положение шкалы микрометрического винта, затем был дан очень легкий и плавный импульс для поддержания движения камня; при прохождении второй отметки повторялся тот же процесс, и это продолжалось до тех пор, пока аппарат не совершал шесть полных оборотов. Было обнаружено, что при поддержании медленного и равномерного движения аппарата результаты получались гораздо более однородными и последовательными, чем когда камень останавливался для каждого наблюдения, в силу того, что эффекты деформаций могут наблюдаться еще в течение по крайней мере полминуты после того, как камень будет остановлен, потому что в это время начинает оказывать влияние изменение температуры.

Ниже в таблице приведены средние значения шести отсчетов: для наблюдений, сделанных около полудня (первые), около шести часов вечера (вторые). Отсчеты – это деления шкал на головках винтов. Ширина полос варьировалась от 40 до 60 делений, среднее значение составляло около 50 делений, так что одно деление соответствовало 0,02 длины волны. Вращение в полуденных наблюдениях было противоположным, а в вечерних – совпадало с направлением движения часовой стрелки.

Результаты наблюдений представлены графически на рис.2.5. Верхняя кривая – это дневные наблюдения, нижняя – вечерние наблюдения. Пунктирные кривые представляют собой $1/8$ теоретического смещения. Кажется вполне справедливым заключить из рисунка, что если есть какое-либо смещение из-за относительного движения Земли и светоносного эфира, то оно не может быть больше, чем 0,01 расстояния между полосами.

Если рассматривать только орбитальное движение Земли, то это смещение должно составить $2D \frac{v^2}{v^2} = 2D \cdot 10^{-8}$. Расстояние D составило около 11 м или $2 \cdot 10^7$ длин волн желтого света, таким образом, ожидалось смещение 0,4 полосы. Действительное же смещение было, конечно, меньше, чем $1/20$, а возможно, что и меньше, чем $1/40$ часть. Но поскольку смещение пропорционально квадрату скорости, то относительная скорость Земли и эфира, возможно, меньше, чем $1/6$ орбитальной скорости Земли, и уж конечно меньше, чем $1/4$.

Для того, что было сказано, имеет значение только орбитальное движение Земли. Если же оно объединено с движением Солнечной системы, относительно которого имеется мало определенных данных,

то результат должен быть изменен; вполне возможно, что результирующая скорость во время наблюдений была малой, хотя шансов на это мало. Поэтому эксперимент должен повторяться через интервалы в три месяца, таким образом вся неопределенность будет устранена.

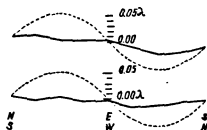


Рис. 2.5. Результаты наблюдений эфирного ветра. По оси абсцисс — угол поворота интерферометра, по оси ординат — значения отклонений интерференционных полос в длинах волн света. Штрихами показана теоретическая кривая: расчет сделан на предположении, что эфирный ветер имеет направление, противоположное движению Земли в плоскости эклиптики

Из всего изложенного следует, что если и существует относительное движение Земли и эфира, то оно должно быть малым, настолько малым, чтобы полностью опровергнуть объяснение аберрации Френелем. Стокс предложил теорию аберрации, которая предполагает, что эфир на поверхности Земли покоится относительно последней, но только требуется, чтобы относительная скорость имела потенциал; однако Лоренц показал, что эти условия несовместимы. Лоренц далее предложил модификацию теории, которая объединяет некоторые идеи Стокса и Френеля и допускает существование потенциала вместе с коэффициентом Френеля. Если теперь, на основании данной работы, можно было бы вполне законно сделать вывод о том, что эфир находится в покое относительно поверхности Земли, а, согласно Лоренцу может не существовать потенциала скоростей, то собственная теория Лоренца также оказывается несостоятельной.

Таблица

Дата	16°.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Дневные наблюдения																	
Июль 8	44,7	44,0	43,5	39,7	35,2	34,7	34,3	32,5	28,2	26,2	23,8	23,2	20,3	18,7	17,5	16,8	13,7
Июль 9	57,4	57,3	58,2	59,2	58,7	60,2	60,8	62,0	61,5	63,3	65,8	67,3	69,7	70,7	73,0	70,2	72,2
Июль 11	27,3	23,5	22,0	19,3	19,2	19,3	18,7	18,8	16,2	14,3	13,3	12,8	13,3	12,3	10,2	7,3	6,5
Среднее	43,1	41,6	41,2	39,4	37,7	38,1	37,9	37,8	35,3	34,6	34,3	34,4	34,4	33,9	33,6	31,4	30,8
Среднее в длинах волн	,862	,832	,824	,788	,754	,762	,758	,756	,706	,692	,686	,688	,688	,678	,672	,628	,616
Оконча- тельное среднее	,784	,762	,755	,738	,721	,720	,715	,692	,661								
Послеполуденные наблюдения																	
Июль 8	61,2	63,3	63,3	68,2	67,7	69,3	70,3	69,8	69,0	71,3	71,3	70,5	71,2	71,2	70,5	72,5	75,7
Июль 9	26,0	26,0	28,2	29,2	31,5	32,0	31,3	31,7	33,0	35,8	36,5	37,3	38,8	41,0	42,7	43,7	44,0
Июль 12	66,8	66,5	66,0	64,3	62,2	61,0	61,3	59,7	58,2	55,7	53,7	54,7	55,0	58,2	58,5	57,0	56,0
Среднее	51,3	51,9	52,5	53,9	53,8	54,1	54,3	53,7	53,4	54,3	53,8	54,2	55,0	56,8	57,2	57,7	58,6
Среднее в длинах волн	1,026	1,038	1,050	1,078	1,076	1,082	1,086	1,074	1,068	1,068	1,076	1,084	1,100	1,136	1,144	1,154	1,172
Оконча- тельное среднее	1,047	1,062	1,063	1,081	1,088	1,109	1,115	1,114	1,120								

* Цифры в строке соответствуют азимуту интерферометра

Из изложенного выше очевидно, что безнадежно пытаться решить вопрос о движении Солнечной системы путем наблюдений оптических явлений на поверхности Земли. Но не невозможно обнаружить относительное движение аппаратом, подобным использованному в описанных экспериментах, на средних высотах над уровнем моря, например, на вершине отдельно стоящей горы. Вероятно, если эксперимент будет когда-либо проводиться в подобных условиях, кожух аппарата должен быть выполнен из стекла или вообще отсутствовать.

Целесообразно рассмотреть другой метод увеличения влияния квадрата отклонения, который был рассмотрен при подготовке настоящей статьи. Этот метод основан на том, что отражение света от поверхности во время движения отличается от обычных законов отражения.

Допустим ab , (рис.2.6,А) – это плоская волна, падающая на зеркало ml под углом в 45° . Если зеркало неподвижно, фронт волны после отражения займет положение ac .

Теперь предположим, что зеркало движется в направлении, которое составляет угол α со своей нормалью, со скоростью ω . Допустим, что V – это скорость света в эфире, который неподвижен, а cd – это увеличение расстояния, которое свет должен пройти, чтобы достичь d .

За это время зеркало прошло расстояние $\frac{cd}{\sqrt{2} \cos \alpha}$. Мы имеем

$$\frac{cd}{ad} = \frac{\omega \sqrt{2} \cos \alpha}{V}; \text{ обозначим это через } r, \text{ тогда } \frac{ac}{ad} = 1 - r.$$

Для того чтобы найти новый фронт волны, начертим дугу fgc с центром в точке b , и радиусом ad , касательная к этой дуге и из d будет фронтом новой волны, а перпендикуляр к касательной из b будет новым направлением. Это направление будет отличаться от направления ba на угол θ , который и требуется определить. Из равенства треугольников adb и edb следует, что $\theta = 2\varphi$, $ab = ac$

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} (45^\circ - \frac{\theta}{2}) = \frac{1 - \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{1 + \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}} = \frac{ac}{ad} = 1 - r$$

или, пренебрегая членами порядка r^3 ,

$$\theta = r + \frac{r^2}{2} = \frac{\sqrt{2} \cos \alpha}{V} + \frac{\omega^2}{V^2} \cos^2 \alpha.$$

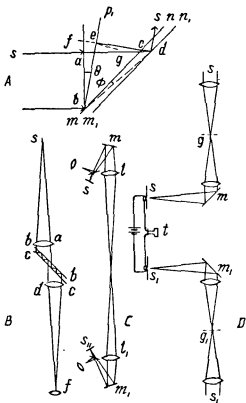


Рис. 2.6. Схема падения плоской волны света на зеркало (А), схема компонентов (В), схема действия прибора при вращении зеркал в противоположных направлениях (С) и схема прибора с двумя решетками (D)

Теперь пусть свет падает на параллельное зеркало, нах
напротив первого, тогда мы должны получить $\theta_1 = \frac{-v}{c}$.

$+\frac{\omega^2}{v^2} \cos^2 a$ и общее отклонение составит $\theta + \theta_1 = 2\rho^2 \cos^2 a$, гд

абerrации, если рассматривать только орбитальное движени
Максимальное смещение, полученное при вращении всего ап
90°, составит $\Delta = 2\rho^2 = 0,004''$. С пятьюдесятью таких пар
составит 0,2''. Но астрономические наблюдения при условия:

менее благоприятных, чем те, в которых они могут проводиться, были сделаны с точностью до сотых долей секунды, так что этот метод оказывается по меньшей мере таким же чувствительным, как и предыдущий.

Компоновка аппарата должна быть такой, какая представлена на рис. 2.6.В. s в фокусе линзы a — это щель, bb_1cc_1 — это два стеклянных зеркала, оптически плоских и посеребренных, чтобы обеспечить пропускание всего лишь одной двадцатой части света и отражение, скажем, 90%. Яркость света, падающего на телескоп наблюдения df , будет составлять около одной миллионной части исходной яркости, так что если будет использован солнечный свет или свет электрической дуги, он все равно будет виден. Зеркала bb_1 и cc_1 будут несколько непараллельны, чтобы разделить последовательные отражения. Наконец, аппарат не должен вращаться, поскольку вращения Земли будет достаточно.

Если бы было возможно измерить с достаточной точностью скорость света без возврата луча в его исходную точку, то проблема измерения первого порядка относительной скорости Земли и эфира была бы решена. Это может оказаться не столь безнадежно, как может показаться на первый взгляд, так как трудности являются сугубо механическими и они, возможно, со временем, будут преодолены.

Предположим, например (см. рис. 2.6.С), что m и m_1 — это два зеркала, вращающихся с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Очевидно, что свет от s будет формировать стационарное изображение в s_1 и аналогично, свет из s_1 будет формировать стационарное изображение в s . Если теперь значительно увеличить скорость вращения зеркал, их фазы по-прежнему будут такими же, оба изображения будут отклоняться из s и s_1 в обратной пропорции к скоростям света в двух направлениях; или если два отклонения сделаны равными и разница фаз зеркал будет одновременно замерена, очевидно, что она будет пропорциональна разнице скоростей в двух направлениях. Единственная реальная трудность здесь заключается в этих измерениях. Возможно следующее решение: gg_1 (см. рис. 1.6.Д) — это две решетки, на которых концентрируется солнечный свет. Они расположены таким образом, чтобы после падения на вращающиеся зеркала m и m_1 свет формировал изображения решеток в s и s_1 , на два очень чувствительных сенсоров элемента с батареями и телефоном. Если все будет симметричным, звук в телефоне не будет максимальным. Если теперь одна из щелей s будет смещена на половину расстояния между изображениями полос решетки, наступит тишина. Предположим теперь, что оба отклонения будут сделаны совершенно

одинаковым путем регулировки положения шели до наступления тишины. Если затем эксперимент повторить, повернув аппарат на 180° , и отклонения опять будут сделаны равными, то тишины больше не будет, и угловое расстояние, на которое s должна быть подвинута для восстановления тишины, даст разницу в фазе.

Остается еще три других метода для рассмотрения проблемы движения Солнечной системы в пространстве, все они астрономические:

1. Телескопическое наблюдение регулярных движений звезд. Это дало нам определение с высокой степенью точности направления этого движения, но лишь догадку относительно его величины.

2. Спектроскопическое наблюдение движения звезд в линии поля зрения. Это может дать сведения об относительных движениях, хотя вполне вероятно, что при существенных улучшениях фотографий звездных спектров полученная информация будет более точной, чем та, которая получена другими способами.

3. Наконец, остается определение скорости света путем наблюдений спутников Юпитера. Если улучшенные фотометрические методы, практикуемые в Гарвардской обсерватории, обеспечивают наблюдения с большой точностью, разница в результатах, обнаруженная для скорости света тогда, когда Юпитер находится в ближайшей и отдаленной точках от линии движения, даст движение Солнечной системы не столько относительно звезд, сколько относительно самого светоносного эфира.

Примечания

1. Это исследование было выполнено с помощью Бахе Фонда.

2. Можно отметить, что большинство авторов считает объяснение эмиссионной теории света вполне достаточным; в действительности же трудностей в этом объяснении даже больше, чем в волновой теории. По теории эмиссии скорость света должна быть больше в водном телескопе и, таким образом, угол отклонения должен быть меньше; а для того, чтобы сократить его до истинного значения, мы должны выдвинуть абсурдную гипотезу о том, что движение воды в телескопе отклоняет луч света в противоположном направлении!

3. *Comptes Rendus*. 1851. Vol. xxxiii. P. 349; *Pogg. Ann. Ergänzungsband*. 1853. Vol. III. P. 457; *Ann Chim. Phys*. 1859. Vol. III. Ivii. P. 385.

4. Influence of Motion of the Medium on the Velocity of Light. This Journal. 1886. Vol.III, xxxi. P. 377.

5. Можно возразить, что он может исчезнуть в пространстве между ртутью и стенками, но этого можно избежать, нанеся серебро на стенки.

6. Archives Neerlandaises, xxi, 2^{me} livr.

7. The relative motion of the earth and the Luminiferous ether, by Albert A. Michelson. This Jour. Vol. III, xxii. P.120.

8. Можно отметить, что автору предшествующей работы М.А.Потье из Парижа было указано на ошибку зимой 1881 г.

9. De L'Influence du Mouvement de la Terre sur les Phen. Lum. Archives Neerlandaises. 1886, xxi, 2^{me} livr.

*The American Journal of Science. Third Series.
1887. Vol. XXXIY, No 203. – Nov.*

Примечание С.И.Вавилова к статье А.Майкельсона и Э.Морли*

Способ обработки таков, что всякие непериодические смещения исключаются. Между тем эти непериодические смещения были значительны. Ввиду тех возражений, которые сделаны в последнее время Миллером по поводу рода обработки, приводим таблицу для полученных наблюдений из работы Майкельсона-Морли (см. таблицу – В.А.). Числа в первых трех строках указывают деления на головке винта окулярного микрометра. Приблизительно 50 таких делений соответствуют смещению на целую полосу. При повороте прибора на полную окружность, разделенную на 16 частей, полосы систематически смещаются почти на 0,5 полосы, как видно из таблицы. В четвертой строке взято арифметическое среднее всех отсчетов, в пятой строке эти цифры перечислены на ширину полос. Вторая половина пятой строки далее снова повторяется и подписана под первой половиной (в предположении, что периодические смещения правильно повторяются во второй половине окружности). В последней строке взято среднее из предыдущих двух строк. В этой строке вполне ясно систематическое смещение, достигающее 0,1 полосы за половину окружности.

* Вавилов С.И. Экспериментальные основания теории относительности. Собр. соч. Т.IV. Изд-во АН СССР. 1956. С.31-33.

Далее, через точки, соответствующие цифрам последней строки, проводилась наиболее вероятная прямая. Отклонения от этой прямой и считаются за наблюдаемые смещения – они нанесены в верхней части рис.2.5. Систематический ход в открытом интерферометре за время одного оборота может вызываться различными причинами: изменениями атмосферного давления, температурными колебаниями и пр. Во всяком случае указанная обработка с таким интерферометром не и з б е ж н а. Воспользовавшись вместо окончательного среднего первым средним и проведя наиболее вероятную прямую через точки, мы получим такие цифры (см. нижеприведенную таблицу):

Азимут	16	1	2	3	4	5	6	7	8
Смещения	+0,02	+0,005	+0,01	-0,01	-0,03	-0,005	0,000	+0,015	+0,02

Азимут	9	10	11	12	13	14	15	16
Смещения	-0,02	-0,015	0,000	+0,015	+0,020	+0,030	0,000	0,000

Максимальное смещение в этом случае составляет около 0,05 по² лосы, т.е. почти в 10 раз меньше теоретического.

Комментарий составителя к примечанию С.И.Вавилова

На рис. 2.7 построен график смещений по таблице, рассчитанный С.И.Вавиловым. Как видно из графика, совершенно отчетливо просматривается вторая гармоника, соответствующая эфирному ветру. Что касается того, что максимальное смещение интерференционных полос в 10 раз меньше теоретического, то, учитывая тот факт, что смещение полос пропорционально к в а д р а т у отношения относительной скорости эфира и Земли к скорости света, необходимо констатировать, что в рассматриваемом эксперименте Майкельсоном и Морли было доказано существование эфирного ветра, скорость которого составляла от 3 до 6 км/с, что не соответствовало "теоретическому" значению скорости в 30 км/с, но однако вовсе и не являлось "нулевым" результатом.

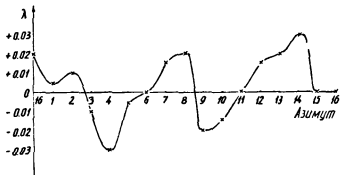


Рис. 2.7. График смещения полос, рассчитанный С.И. Вавиловым